

DRA . TOGO

FERTILISATION

IMPHOS 1988

ETUDE DU PHOSPHATE NATUREL DU TOGO - BRUT ET PARTIELLEMENT ATTAQUE -
EN REGIONS MARITIME, DES PLATEAUX ET CENTRALE

3ème année et premier bilan

H. SARAGONI* et K. A. SOMANA*

Avril 1989

* DRA, BP 2318, LOME (TOGO)

Dès l'ouverture des mines de phosphate du Togo (1960), la question de son utilisation dans l'agriculture togolaise et les pays voisins s'est aussitôt posée.

Les première étude menées par l'IRAT et l'IRCT ont fait ressortir que ce phosphate, comme la plupart des phosphates naturels, présentait deux inconvénients majeurs :

- très faible effet immédiat sur les cultures,
- forte pulvérulence (transport et épandage difficiles).

Afin de répondre à ces préoccupations, un programme coordonné et financé par le FED a été mis en place par la DRA/SAFGRAD, l'IRAT/SOTOCO et l'IRCT dans les régions des Savanes et de la Kara de 1983 à 1985.

Compte tenu des résultats encourageants dans ces régions du Nord-Togo (TRUONG, 1986), un projet d'extension de l'expérimentation aux trois autres régions administratives du pays (Maritime, Plateaux et Centrale) a été présenté à l'IMPPOS (Institut Mondial du Phosphate). Son financement a été acquis pour une période de trois ans (1986-1988). Sa conception et son exécution ont été confiées à la DRA, en collaboration avec l'IRAT-CIRAD (appui technique et élaboration des protocoles, analyses diverses, études économiques, interprétation globale des résultats acquis sur l'ensemble du Togo...).

Conçue dans le même esprit que la précédente étude financée par le FED (essais avec dispositif statistique en station et tests en milieu paysan), cette expérimentation tente d'en accroître la précision par trois améliorations :

- évaluation de la carence en phosphore (témoins sans P, mais avec complément NKS),
- test d'un PNPA (Phosphate Naturel Partiellement Attaqué) plus performant,
- mise en place d'un dispositif à deux répétitions pour les tests en milieu paysan qui, seul, peut permettre - par l'étude de l'interaction traitements x localisations - d'atteindre l'objectif fixé : la régionalisation des réponses (WEIL et CHAUME, 1987).

I - BUTS

- Etudier, sur financement IMPHOS, deux formules de PNPA du Togo, en comparaison avec son PNB (Phosphate Naturel Brut) et le TSP (Superphosphate Triple) dans trois régions (Maritime, Plateaux et Centrale) et pendant trois années (1986 - 1988).

- Evaluer économiquement la rentabilité de l'utilisation du PNPA, de manière à permettre l'éventuel aménagement d'un atelier d'attaque du phosphate naturel afin de produire sur place les engrais phosphatés (voire complexes) nécessaires au développement agricole du Togo.

II - MATERIEL ET METHODES

A - Lieux et sols

Cette expérimentation est réalisée, pour chacune des trois régions retenues, aussi bien sous forme d'essais en station (milieu contrôlé) que de tests (milieu paysan).

Elle comprend :

- 6 essais en station (2 par région), répartis entre les différents types de sols (annexe 1),

- 30 tests en milieu paysan (10 par région), choisis pour leur représentativité (annexe 2) :

• région Maritime : 80% sur terres de Barre (sols ferrallitiques) et 20% sur sols à pédogénèse de type ferrugineux tropicaux, peu évolués et à engorgement temporaire ;

• région des Plateaux : 80% sur sols ferrugineux tropicaux (Plateaux Nord et Sud) et 20% sur sols ferrallitiques en place sur quartzite et situés à 800 m d'altitude (Plateau de Dayes = Plateaux Ouest) ;

• région Centrale : 80% sur sols ferrugineux tropicaux et 20% sur sols vertiques.

Une carte (annexe 3) situe ces tests et essais.

Avant la mise en place de cette expérimentation, des échantillons représentatifs de l'horizon 0-20 cm ont été prélevés sur chaque site (6 stations + 30 tests = 36 échantillons).

A l'issue de la dernière campagne (1988) d'autres échantillons de terre représentatifs de l'horizon 0-20 cm des six traitements de chacun des sites retenus ont également été prélevés, soit 216 échantillons (36 sites x 6 traitements).

.../...

Chaque échantillon a été séché à l'air, passé au tamis de 2 mm et expédié (dans le cadre de la collaboration IRAT à cette étude) aux laboratoires IRAT-CIRAD de Montpellier (France) pour analyse :

- granulométrie
- matière organique (C et N)
- bases et capacité d'échange (méthode au chlorure de cobaltihéxamine)
- P (total et Olsen)
- pH (eau et KCl).

B - Méthodologie

1 - Traitements

Six traitements, identiques en station et en milieu paysan, ont été mis en place pendant trois ans sur les mêmes emplacements (étude de l'effet cumulé) :

- T0 = NOPOKOSO (témoin absolu : option de base et référence économique)
- T1 = NPOKS (témoin phosphore)
- T2 = NKS + TSP (46% P2O5)
- T3 = NKS + PNB (36% P2O5)
- T4 = NKS + PNB SIVENG (22% P2O5)
- T5 = NKS + PNPA TIMAC N° 6 (29% P2O5).

2 - Types et doses d'engrais

Les études de mise au point des conditions d'attaque ont été menées d'une part en France - Montpellier (IRAT-CIRAD) et à Saint Malo (TIMAC : Traitement Industriel du Maërl en Amendement Calcaire) - et d'autre part à Abidjan/Côte d'Ivoire (SIVENG : Société Ivoirienne d'Engrais, société du groupe français EMC - Entreprise Minière et Chimique - qui regroupe ONIA, SCPA...).

Le tableau I donne les principales caractéristiques des PNPA étudiés.

Tableau I Caractéristiques des phosphates naturels partiellement attaqués.

Caractéristiques		SIVENG	TIMAC N° 6
P2O5 soluble eau (%)	!	8,8	14,4
P2O5 soluble eau + citrate (%)	!	10,2	16,5
Attaque/super-simple (%)	!	61	68
	!	(H2SO4)	• H2SO4 : 88%
	!		• H3PO4 : 12%

Les doses annuelles d'engrais sont les suivants 60 N - 30 P2O5 - 30 K2O

Le phosphore et la potasse sont appliqués juste avant le semis.

Les engrais autres que le phosphore sont :

. N = urée (46% N) : moitié au démarrage et moitié dix jours avant la floraison mâle,

. K = sulfate de potasse (50% K2O et 45% SO3, soit 18% S).

Les PNPA SIVENG et TIMAC N° 6 apportent en plus, respectivement, 7% et 8% S (soit 8 à 10 kg S/ha). Quand on sait qu'il y a souvent un risque de carence en soufre dans les sols du Togo, mais que cette carence peut être corrigée par un apport de l'ordre de 10 kg S/ha, on s'aperçoit que le sulfate de potasse fournit à lui seul cette quantité (11 kg S/ha). Le supplément de S apporté par les PNPA ne devrait donc pas induire de conséquences agronomiques.

De même, les TSP, PNB et PNPA apportent des quantités de chaux différentes. Le tableau II les précise. On remarque que les phosphates du Togo (PNB et PNPA) apportent, pour 30 P2O5/ha, quelque 40 kg/ha CaO tandis que le TSP n'en fournit que 10 kg/ha. Mais il faut noter que seule la chaux du TSP est entièrement soluble dans l'eau.

Tableau II Teneurs et apports de chaux de quatre engrais phosphatés.

Engrais phosphatés	CaO	
	Teneur (%)	Apport/30 P2O5 (kg/ha)
TSP	18	12
PNB	50	42
PNPA SIVENG	28	38
PNPA TIMAC N° 6	36	37

3 - Dispositifs expérimentaux

a) - Essais en station

- Blocs de Fisher randomisés à 6 répétitions.

- Parcelle :

. élémentaire = 36 m² (9 x 4 m)

. observée = 20,16 m² (8,4 x 2,4m)

b) - Tests en milieu paysan

- Blocs de Fisher randomisés à 2 répétitions.

- Parcelle élémentaire = parcelle observée = 120 m² (15 x 8m).

- Tests rejetés (1988) pour l'interprétation statistique :

* région des Plateaux : n° 17 (sécheresse),

* région Centrale : n° 23 à 28 (inondations, d'où 50% à 80% de plants manquants à la récolte).

.../...

c) - Régionalisation des réponses

S'il est légitime de vouloir regrouper des essais comportant les mêmes traitements afin d'en étendre la portée, ces regroupements (par région, sol, pluviométrie, altitude...) doivent bien évidemment être soumis à l'analyse de la signification des traitements mais également à celle de l'interaction traitements x localisations (LECOMPT, 1965).

Chaque implantation doit donc justifier d'un minimum technique de deux répétitions (WEIL 1986). En effet, analyser un ensemble de localités comme un simple essai bloc (les trop fameux "blocs dispersés") c'est supprimer à priori cette information essentielle qu'est l'interaction traitements x localisations (WEIL, 1988).

Les regroupements de cette dernière campagne ont été fait directement au Togo en testant l'homogénéité des variances résiduelles des essais en milieu paysan avec le test de BARTLETT (WEIL et CHAUME, 1987).

Lorsque le test de BARTLETT n'est pas significatif, cela signifie que nous avons à faire à des essais de même précision expérimentale. On peut alors tester l'interaction traitements x localisations. Si celle-ci n'est pas significative, on teste les traitements par rapport à l'erreur et on applique ensuite le test de DUNCAN. L'analyse de cette interaction aboutit donc à regrouper les essais qui présentent une réponse homogène des traitements et à comparer alors les différences entre traitements à l'intérieur de chacun de ces groupes.

Dans les cas d'interaction (pas trop forte) traitements x lieux d'implantation, on peut tester les traitements par rapport à cette interaction. Mais il convient alors d'être prudent dans l'interprétation et de n'admettre alors que les conclusions protégées par un degré de sécurité de 99% (test DUNCAN 1%).

Enfin, en cas de réponse significative au test de BARTLETT ou à l'interaction traitements x localisations, on ne peut considérer les facteurs simples associés, donc mettre en évidence des différences significatives entre les traitements au niveau du regroupement considéré. Il convient donc alors, pour classer les traitements, de se reporter successivement à chaque essais : on n'a pas le droit de conclure directement à la supériorité de tel ou tel traitement au niveau du regroupement (PHILIPPEAU, 1977). Il faut alors s'interroger sur la représentativité de certains essais au sein du regroupement étudié avant de rejeter définitivement l'hypothèse d'un regroupement naturel. Un nouvel assemblage plus homogène peut se justifier.

C - Plante, techniques culturales et calendrier

La seule culture testée est le maïs, plante qui répond particulièrement bien à la fertilisation.

Afin d'homogénéiser l'expérimentation, le schéma suivant a été adopté :

- pour les régions Maritime et des Plateaux (régime pluviométrique bimodal), pas de mise en place de culture de petite saison des pluies (généralement un maïs au développement aléatoire ou un niébé au rendement très faible),
- pour la région Centrale (régime pluviométrique monomodal), la culture du maïs (semis de juin-juillet) n'est pas suivie d'un coton.

Ainsi, en l'absence de rotations culturales et/ou de doubles cultures annuelles différentes, seule l'étude du type de fertilisation phosphatée sur maïs est poursuivie. Avec cependant un effet cumulé puisque cette expérimentation (tant en station qu'en milieu paysan) a été conduite sur les mêmes emplacements pendant trois ans.

Le travail du sol consiste en un labour à la daba (10 - 15 cm de profondeur). L'engrais est ensuite épandu puis incorporé au sol par un affinage.

La variété de maïs cultivée est le NH1F1 (sauf sur la station et ferme semencière de Sotouboua : variété La Posta), mis en place à la densité de 42 000 plants/ha (80 x 30 cm), soit - en station - 150 plants/parcelle élémentaire et 84 plants/parcelle observée et en milieu paysan 500 plants/parcelle élémentaire ou observée. Le semis est effectué à 2 graines/poquets avec un démariage à 1 plant.

Les calendriers des différentes opérations culturales pratiquées sont donnés en annexes 4 à 7 :

- annexe 4 : calendrier cultural des essais en station.
- annexes 5 à 7 : calendrier cultural des tests en milieu paysan.

D - Pluviométrie

1 - Campagne 1988

La pluviométrie de cette campagne 1988 est donnée en annexe 8 (essais en station) et annexes 9 à 11 (tests en milieu paysan).

2 - Comparaison 3 campagnes (1986 - 1988)

Les annexes 12 et 13 présentent, respectivement par station et par région, la pluviométrie comparative pour les quatre principaux stades végétatifs du maïs des trois campagnes de cette étude. Et le tableau III résume ces données.

.../...

III - RESULTATS

A - Plants manquants à la récolte

1 - Campagne 1988

Pour cette campagne, les plants manquants à la récolte sont donnés en annexe 14 et 15 (respectivement essais en station et tests en milieu paysan).

2 - Comparaison 3 campagnes (1986 - 1988)

L'annexe 16 présente l'étude statistique réalisée, en milieu paysan et pour chacune des trois années, sur les plants manquants des trois régions confondues. On s'aperçoit que ce nombre de plants est toujours, pour T0 (temoin absolu), significativement supérieur aux autres traitements (sans différences significatives).

D'autre part l'annexe 17 tente une première approche (tant en station qu'en milieu paysan et pour les traitements T0 et T2) de l'incidence de la pluviométrie sur les manquants et les rendements.

Enfin les tableaux IV et V présentent, respectivement en station et en milieu paysan, une première synthèse des résultats obtenus en matière de manquants.

B - Paille

1 - Campagne 1987

Le poids de paille des tests en milieu paysan regroupés par le service de Méthodologie de l'IRAT-CIRAD/Montpellier pour l'année 1987 est donné en annexe 18.

2 - Campagne 1988

a) - Matière sèche

Les annexes 19 et 20 donnent la teneur en matière sèche des pailles de maïs (respectivement pour les essais en station et les tests en milieu paysan).

b) - Poids

Les annexes 21 à 23 donnent les résultats parcellaires des poids de matière sèche obtenus en milieu paysan (respectivement en région Maritime, des Plateaux et Centrale).

L'interprétation statistique des poids de paille (m.s.) est donnée aux tableaux VII et VIII (respectivement essais en station et tests en milieu paysan regroupés par région).

C - Grain

1 - Rendement

a) - Campagne 1987

Le rendement des tests en milieu paysan regroupés, pour l'année 1987, par le Service de Méthodologie de l'IRAT-CIRAD/Montpellier est donné en annexe 24.

De plus, pour les essais en station de l'année 1987, l'annexe 25 donne les regroupements opérés, toujours par le Service de Méthodologie de l'IRAT-CIRAD/Montpellier, aussi bien pour le rendement en grain que pour la paille.

b) - Campagne 1988

b1) - Teneur en eau

Les annexes 26 et 27 donnent les teneurs en eau du grain à la pesée (respectivement en station et en milieu paysan).

On constate (tableau IX) que la teneur en eau du grain à la pesée varie très peu d'un traitement à l'autre et légèrement entre station et paysan (respectivement 11,6% et 13,5%). En moyenne, elle est de 12,5%.

b2) - Rendements

Les annexes 28 à 30 donnent les résultats parcellaires des rendements obtenus en milieu paysan (respectivement en région Maritime, des Plateaux et Centrale).

L'interprétation statistique des rendements est donnée aux tableaux X et XI (respectivement essais en station et tests en milieu paysan regroupés par région).

.../...

2 - Rapport paille/grain

Les annexes 31 et 32 donnent les rapports paille/grain (respectivement en station et en milieu paysan) de chacun des traitements pour les deux dernières années. Et le tableau XII en fait la synthèse.

3 - Rapport rafle/grain

Cette année, sur la station de Kazaboua, le poids de rafle a été mesuré. On s'aperçoit (tableau XIII), que statistiquement sa signification est identique à celle du grain. De plus, il existe une étroite corrélation ($r = 0,95$ pour $n = 36$) entre rafle et grain (figure 1).

Le rapport rafle/grain, qui ne présente pas de différences significatives entre les traitements, est de 0,24 (pour des rafles à 10% d'eau et des grains à 12% d'eau). Si on le ramène aux normes françaises (rafle = m.s. et grain = 15% eau), il devient alors égal à 0,17 et comparable à ceux observés par ailleurs (LOUE, 1980 et SARAGONI, 1985 et 1986). Ainsi, le poids de maïs grain à la pesée est-il égal à quelque 80% de celui en épi.

D - Coefficients d'efficacité des phosphates naturels

Le Coefficients d'efficacité (CE) d'un phosphate naturel par rapport au phosphate soluble (ici le superphosphate triple) est donné (TRUONG, 1986) par la formule :

$$CE = \frac{P_{\text{naturel}} - PO}{TSP - PO} \times 100$$

Les coefficients d'efficacité des trois formules testées de phosphates naturels du Togo, ainsi que leur évolution dans le temps (1986-1988) sont donnés d'une part sous forme analytique par région (annexe 33) et d'autre part sous forme synthétique (tableau XIV).

E - Analyses de sols et de plantes

Comme nous le notions au début de cette publication, des échantillons de sols (216) ont été prélevés à l'issue de cette troisième et dernière année. Les résultats d'analyse seront examinés avec ceux des prélèvements effectués avant culture. Ils devraient nous permettre d'étudier l'évolution de leurs principales caractéristiques et de les relier aux rendements obtenus.

De plus, comme l'an passé, un certain nombre de prélèvements de plantes (paille et grain) a été réalisé. Ils représentent 252 échantillons et concernent, pour tous les traitements étudiés, aussi bien les 6 stations retenues que 17 paysans représentatifs (6 en région Maritime, 5 en région des Plateaux et 6 en région Centrale). Les résultats devraient permettre, lors de la synthèse de cette expérimentation :

- d'expliquer certains accidents de végétation,
- de réaliser l'étude des mobilisations minérales (phosphore absorbé régulièrement et progressivement par la plante, effets résiduels et cumulés, explications des rendements...),
- de calculer les exportations minérales,
- de dresser, avec les résultats des analyses de sols, un bilan des 3 années (phosphore restant, sous forme utilisable ou non ...).

Tous ces échantillons (terre et plante) ont été expédiés en avril 1989 à l'IRAT-CIRAD/Montpellier. Les résultats ne devraient pas nous être connus avant la fin de l'année 1989. Ils seront donc étudiés dans le rapport de synthèse de ce programme conjoint IMPHOS/DRA/IRAT (à paraître au cours du deuxième trimestre 1990).

IV - DISCUSSIONS

1. La méthodologie adoptée dans cette étude (mise en place simultanée d'essais en station et de tests avec répétitions en milieu paysan) s'est révélée parfaitement fonctionnelle. Conduite aux mêmes emplacements pendant plusieurs années, elle a permis d'une part de préciser l'évolution des traitements (ici la source de fertilisation phosphatée) et d'autre part de définir une régionalisation des réponses (en testant l'homogénéité des variances résiduelles et la signification de l'interaction traitements x localisations).

2. L'examen de la pluviométrie des trois campagnes de cette expérimentation (tableau III) nous montre que celle de la région Maritime est comparable à la moyenne des cinquante dernières années (500 mm) en 1986 et 1988, mais très nettement déficitaire en 1987 (330 mm en moyenne et 290 mm à Davié), ce qui provoqua la réduction de moitié des rendements en maïs. Par contre, malgré quelques zones de sécheresse (région des Plateaux, dont Todomé où la richesse des sols compensa ce déficit hydrique) ou d'inondation (région Centrale), la pluviométrie de ces deux régions fut bonne et régulière tout au long de cette étude (respectivement, en moyenne, 550 mm et 700 mm).

3. Si l'on considère, pour les trois années de cette étude, les plants manquants à la récolte, on constate (tableaux IV et V) :

* que d'une manière générale en milieu paysan, ceux-ci représentent le tiers du peuplement en l'absence de toute fertilisation ($T0 = 32\%$) et son cinquième avec fertilisation NPK ou NK ($T1 - T5 = 22\%$) ;

* qu'en station, ce pourcentage est nettement inférieur ($T0 - T5 = 13\%$) lorsqu'il n'est pas fonction de la fumure phosphatée (70% des cas). Par contre lorsqu'il l'est ou le devient, celui-ci représente alors la moitié du peuplement.

Il en est ainsi, à partir de la deuxième année de culture, sur sols ferrugineux tropicaux de Kazaboua où l'absence de fertilisation phosphatée provoque une augmentation significative des manquants à la récolte ($T0 = T1 = + 40\%$).

Ceci est encore plus vrai, dès la première année de culture, sur sols ferrallitiques en place sur quartzite de Dayes-Apéyémé. Ainsi, ce pourcentage de manquants est en moyenne de 54% pour NOPOKO = NPOK et de 10% pour TSP. Celui des PNPA (25% en première année) ne devient équivalent au TSP qu'à partir de la deuxième année. Enfin, celui du PNB passe de 49% en année 1 à 21% en année 3. Ceci veut dire que le phosphore apporté (mais également sa forme) y joue un rôle prépondérant sur le nombre de plants restants à la récolte et partant sur le rendement (tableau VI). Cette très forte carence en phosphore est donc le principal facteur limitant de ces sols ferrallitiques désaturés. Il rappellent certains sols de "tanety" (collines) des Hauts Plateaux de Madagascar (ARRIVETS, 1985).

4. En 1988, comme l'an passé, les pailles de maïs ont été pesées et des prélèvements pour analyse effectués. Ils devraient nous permettre d'étudier les mobilisations et exportations minérales. Leur teneur en matière sèche (m.s.), si l'on excepte Dayes et Todomé prélevés après une pluie, est comparable pour les traitements et ce aussi bien en station qu'en milieu paysan (environ 90%).

Les pailles de maïs ont été, après chaque campagne, laissées sur le champ et enfouies au labour suivant.

A l'issue de cette troisième année, il s'avère (tableaux VII et VIII) :

* que le poids (m.s.) de paille moyen varie en station de 24 q/ha (Dayes) à 55q/ha (Davié) et en milieu paysan de 25 q/ha (région Centrale) à 33 q/ha (région Maritime) ;

* qu'en milieu paysan et pour quatre stations sur six, un apport de TSP ou de PNPA entraîne une augmentation significative du poids de paille par rapport à un témoin sans phosphore, lui-même étant significativement supérieur à un témoin absolu : $T2 = T4 = T5 > T1 > T0$;

* que pour deux régions sur trois en milieu paysan et quatre station sur six, il n'existe pas de différences significatives entre les formes de phosphore ($T2 = T3 = T4 = T5$), ce qui signifie qu'après trois ans le PNB procure un rendement en paille identique aux TSP et PNPA (ce qui n'était pas le cas en deuxième année : annexe 25).

5. Lorsqu'on examine les rendements en grain (à 12,5% d'eau en moyenne : tableau IX) de cette troisième et dernière année d'expérimentation, on observe (tableau X et XI) :

* que les coefficients de variation moyens sont comparables en station et en milieu paysan (13%) ;

* que les rendements moyens sont supérieurs de 30% en station (23 q/ha contre 18 q/ha en milieu paysan) et toujours inférieures (inondations ...) en région Centrale (respectivement 17 q/ha et 14 q/ha) ;

* qu'en milieu paysan et pour quatre stations sur six : $T2 = T4 = T5 > T1 > T0$ (comme les pailles) ;

* qu'en milieu paysan et pour cinq stations sur six : $T3 > T1$, alors que le PNB n'était supérieur à $P0$ que sur une station en 1986 et sur deux stations et une région (milieu paysan) en 1987 ;

* que sur les sols à tendance hydromorphes (Ativémé en région Maritime ainsi que Sotouboua et le milieu paysan pour la région Centrale) : $T2 = T3 = T4 = T5$, ce qui signifie que pour tous les autres sols (70%) le PNB ne donne toujours pas en troisième année de rendement identique au TSP et aux PNPA ;

* que pour les sols ferrallitiques désaturés de Dayes-Apéyémé, où l'absence de fertilisation phosphatée entraîne depuis trois ans la mort de la moitié des plants et des rendements de 3 - 5 q/ha, il a fallu attendre cette troisième année pour que TSP et PNPA donnant des rendements ne présentant pas de différences significatives ($T2 = T4 = T5 = 20$ q/ha) ;

* que la mise en culture des sols ferrugineux tropicaux sans fertilisation minérale entraîne très tôt leur appauvrissement. Il en est ainsi à Ativémé (région Maritime) et Kazaboua (région Centrale) où les rendements chutent de moitié dès la deuxième année (respectivement 30 q/ha et 12 q/ha en année 1 contre 15 q/ha et 7 q/ha en année 2), pour se maintenir à ce niveau en année 3. Et de façon indiscutable à Todomé (région des Plateaux) où le rendement de T0 passe de 31 q/ha en année 1, à 22 q/ha en année 2 et à 11 q/ha en année 3, alors que celui de T2 se maintient à 34 q/ha en année 3. Mais ce phénomène d'épuisement des sols semble moins rapide sur terres de Barre (sols ferrallitiques) non dégradées et vertisols, où les rendements de T0 en troisième année sont peu différents de ceux de première année (29-32 q/ha à Davié et 11-13 q/ha à Sotouboua).

6. L'étude du rapport paille/grain nous montre qu'il est en moyenne de 1,60 en station et de 1,85 en milieu paysan (tableau XII). Il est encore plus fort en l'absence de toute fertilisation minérale (respectivement 1,85 et 2,05). Il peut même être très élevé (4,40) lorsque la forte carence en phosphore de certains sols n'est pas levée (plateau de Dayes). Autrement, il est pratiquement identique pour les formes TSP et PNPA.

A titre de comparaison, ce rapport est situé en France entre 0,60 et 0,70 (LOUE, 1980). Les rendements plus faibles observés en région tropicale (GAY, 1984) expliquent cette différence.

Enfin, une étude récente menée à Davié (DJANAME, 1989) a montré que ce rapport était également fonction de la variété : local Djinouton = 1,70, NH1F1 = 1,45 et Ikenne 81-49 SR = TI2BD = 0,95.

7. Le rapport rafle/grain, qui n'est pas significativement différent entre les traitements (tableau XIII) est égal à 0,22 (rafle = m. s. et grain = 12% eau). Il est comparable à celui observé par ailleurs au Togo sur cette variété NH1F1 (SARAGONI, 1985) et sur La Posta (SARAGONI, 1986). Et à celui de 0,17 donné pour la France (LOUE, 1980), mais pour un grain à 15% d'eau.

8. L'efficacité des phosphates naturels du Togo (tableau XIV), comparable en station et en milieu paysan, augmente partout jusqu'en 3ème année. Cependant, cette progression est différente entre d'une part le PNB et les PNPA et d'autre part les sols ferrallitiques désaturés du plateau de Dayes et les autres sols étudiés. Ainsi, sur le plateau de Dayes, le coefficient d'efficacité (CE) du PNB ne dépasse pas 45% en 3ème année (pour 10% et 25% en 1ère et 2ème années) tandis que celui des PNPA (comparable), passe respectivement de 45% à 60% et 90%. Sur les autres sols, le PNB atteint 60% en 3ème année (avec 20% en 1ère année et 30% en 2ème année) tandis que pour les PNPA, qui présentent un CE particulièrement intéressant dès la 1ère année,

le TIMAC N° 6 (85%, 90% et 95% de 1ère à 3ème année) s'avère supérieur au SIVENG (respectivement 75%, 80% et 90%).

V - CONCLUSIONS

Les résultats de cette troisième et dernière année d'expérimentation confirment et précisent ceux des années précédentes.

La synthèse de cette étude conjointe IMPHOS/DRA/IRAT, abordée ici partiellement, sera reprise lorsque tous les résultats d'analyses (sols et plantes) seront connus.

Mais d'ores et déjà, à l'exception du plateau de Dayes où un phosphate entièrement soluble semble mieux convenir, on remarque que les PNPA testés ont une action comparable au TSP dès la première année. Ceci confirme, pour les régions Maritime, des Plateaux et Centrale, les résultats obtenus par ailleurs pour le reste du Togo (TRUONG, 1986).

Par conséquent, puisque ces PNPA (et tout particulièrement le TIMAC N° 6 à attaque mixte sulfo-phosphorique plus poussée) ont un comportement proche des phosphates solubles, il pourraient agronomiquement les remplacer. Il s'avère donc maintenant indispensable d'aborder l'ultime étape de ce projet, celle du bilan économique et de l'étude de faisabilité d'un atelier de fabrication d'engrais phosphatés (voire complexes) adaptés aux besoins du développement agricole du Togo.

Remerciements

Nous tenons à remercier pour leur participation à cette étude :

- B. TRUONG et P. LETOURMY (IRAT-CIRAD/France) ainsi que E. LATRILLE (IRAT-CIRAD/Togo) ;

- les organismes chargés des stations où ont été implantés les essais (IRAT à Davié et Dayes-Apéyémé, PDRN à Todomé et GTZ à Kazaboua et Sotou-boua) ;

- les responsables, pour les tests en milieu paysan, des DRDR des trois régions étudiées ainsi que ceux de l'IRAT pour la région Maritime, de la SOTOCO et de l'IRAT-SRCC pour la région des Plateaux et de GTZ pour la région Centrale.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARRIVETS J., 1985. Mission d'appui à la recherche d'accompagnement sur les cultures vivrières. IRAT-SRCC/Togo, octobre 1985, 28 p. + an.

DJANAME L., 1989. Contribution à l'étude du comportement de deux nouvelles variétés de maïs dans la région de Davié au sud du Togo. Memoire de fin d'études UB/ESA. Lomé, mars 1989, 118 p.

GAY J. P., 1984. Fabuleux maïs. Histoire et avenir d'une plante. AGPM, septembre 1984, 295 p.

LECOMPT M., 1965. L'expérimentation et les engrais. SPTEA, 91 p.

LOUE A., 1980. Le potassium et le maïs. SCPA, juin 1980, 47 p.

PHILIPPEAU G., 1977. Théorie des plans d'expérience. Application à l'agronomie. ITCF, juin 1977, 205 p.

SARAGONI H., 1985. Croissance et développement d'une culture de maïs. 1ère année. DRA/Togo, mars 1985, 16 p. + an.

SARAGONI H., 1986. Croissance et développement d'une culture de maïs. 2ème année. DRA/Togo, avril 1986, 28 p. + an.

SARAGONI H., 1987. Etude du phosphate naturel du Togo, brut et partiellement attaqué, en régions Maritime, des Plateaux et Centrale. 1ère année. DRA/Togo, janvier 1987, 24 p. + an.

SARAGONI H., SOMANA K. A., 1988. Etude du phosphate naturel du Togo, brut et partiellement attaqué, en régions Maritime, des Plateaux et Centrale. 2ème année. DRA/Togo, avril 1988, 26 p. + an.

TRUONG B., Rapport de mission d'appui à la DRA. Synthèse des résultats des essais phosphates du Togo, bruts et partiellement attaqués, de 1983 à 1985. IRAT-CIRAD, février 1986, 22 p.

WEIL J., CHAUME J., 1987. Quelques aspects de l'utilisation de l'outil statistique dans les programmes expérimentaux de recherche agronomique à l'IRAT. Exemples de cas traités. IRAT - CIRAD, novembre 1987, 12 p. + an.

WEIL J., 1986. Mission de formation (ISNAR) en méthodologie de l'expérimentation auprès de l'Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda. IRAT-CIRAD, mars 1986, 33 p.

WEIL J., 1988. Recommandations pour une stratégie expérimentale commune dans un programme d'amélioration variétale riz. IRAT-CIRAD, janvier 1988, 9 p.

.../...

Tableau III Comparaison des pluviométries (IMPHOS 1986-1988, maïs)

Région	Stations ou moy. paysans	Pluie cycle (mm)		
		1986	1987	1988
Maritime	Davié	512	286	716
	Ativémé	467	410	533
	Paysans	465	327	563
Plateaux	Déyes	418	736	586
	Todomé	336	239	531
	Paysans	532	574	546
Centrale	Kazaboua	603	607	760
	Sotouboua	802	911	774
	Paysans	608	698	746

Tableau IV Plants manquants à la récolte (IMPHOS 1986-1988, essais en station, maïs, %).

Signif.	Région	Station	Traitement et CV (%)	Année								
				1986	1987	1988						
NS	Maritime	Davié	Moy.	3,8	16,2	10,1						
			CV	2,2	6,7	4,2						
		Ativémé	Moy.	12,3	28,9	9,6						
			CV	6,1	9,8	6,5						
	Plateaux	Todomé	Moy.	12,1	10,9	11,5						
			CV	2,8	7,6	4,7						
	Centrale	Kazaboua	Moy.	15,8	-	-						
			CV	11,5	-	-						
		Sotouboua	Moy.	-	9,3	19,5						
			CV	-	8,4	10,7						
HS	Plateaux	Dayes	T0	58,3	a*	54,2	a	52,3	a			
			T1	52,4	a	49,0	a	54,8	a			
			T2	14,3	c	3,2	c	13,3	c			
			T3	48,8	a	28,0	b	21,0	b			
			T4	27,4	b	5,6	c	12,3	c			
			T5	22,6	b	7,4	c	12,5	c			
			Moy.	37,3		24,5		27,7				
			CV	12,7		10,6		9,0				
			S	Centrale	Kazaboua	T0	-		45,2	a	47,2	a
						T1	-		43,8	a	47,2	a
T2	-					33,9	b	33,3	b			
T3	-					34,3	b	32,5	b			
T4	-					31,3	b	31,5	b			
T5	-					31,0	b	32,9	b			
Moy.	-					36,6		37,4				
CV	-					13,4		15,4				

* test Duncan 5%

Tableau V Plants manquants à la récolte (IMPHOS 1986-1988, tests en milieu paysan, maïs, %).

Région	Année	Traitements						
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	Moy. T1 - T5
Maritime	1986	13,3	8,8	5,8	9,2	7,5	8,1	7,9
	1987	36,4	27,4	26,3	29,6	28,6	27,5	27,9
	1988	24,1	13,7	11,6	13,7	12,0	12,4	12,7
	Moy.	24,6	16,6	14,6	17,5	16,0	16,0	16,1
Plateaux	1986	26,7	16,0	16,9	17,4	16,9	15,9	16,6
	1987	48,2	31,0	28,7	30,2	30,0	28,7	29,7
	1988	40,2	27,2	23,4	28,0	26,0	25,0	25,9
	Moy.	38,4	24,7	23,0	25,2	24,3	23,2	24,1
Centrale	1986	25,0	19,9	19,1	20,4	17,5	19,9	19,4
	1987	41,2	33,9	32,6	32,0	32,6	32,6	32,7
	1988	31,1	28,0	25,0	28,0	24,8	25,2	26,2
	Moy.	32,4	27,3	25,6	26,8	25,0	25,9	26,1
Moyenne		31,8	22,9	21,0	23,2	21,8	21,7	22,1

Tableau VI Evolution des effets de la forme de phosphore sur une culture de maïs à Dayes-Apéyémé
(IMPHOS 1986 - 1988, essais en station, sols ferrallitiques désaturés, altitude 800m).

Trait.	Manquants (%)			M.S. paille (q/ha)		Rendements grain (q/ha)			CE (% TSP) **		
	86	87	88	87	88	86	87	88	86	87	88
T0	58,3 ^a	54,2 ^a	52,3 ^a	18,61 ^d	15,28 ^c	4,02 ^c	4,88 ^d	3,10 ^c	-	-	-
T1	52,4 ^a	49,0 ^a	54,8 ^a	19,53 ^d	15,52 ^c	5,75 ^c	5,79 ^d	2,85 ^c	-	-	-
T2	14,3 ^c	3,2 ^c	13,3 ^c	29,55 ^a	30,37 ^a	21,48 ^a	26,79 ^a	20,79 ^a	100	100	100
T3	48,8 ^a	28,0 ^b	21,0 ^b	20,74 ^{cd}	22,77 ^b	6,00 ^c	10,29 ^c	11,53 ^b	2	21	48
T4	27,4 ^b	5,6 ^c	12,3 ^c	24,74 ^b	28,99 ^a	11,81 ^b	18,77 ^b	19,25 ^a	39	62	91
T5	22,6 ^b	7,4 ^c	12,5 ^c	24,24 ^b	28,70 ^a	13,10 ^b	18,97 ^b	19,01 ^a	47	63	90
Moy.	37,3	24,5	27,7	22,90	23,61	10,37	14,25	12,76	-	-	-
CV (%)	12,7	10,6	9,0	12,9	13,7	17,9	16,1	14,1	-	-	-
ETM	1,9	1,1	1,0	1,21	1,32	0,76	0,94	0,74	-	-	-
Signif.	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS	-	-	-

* test Duncan 5%

** CE = Coefficient d'efficacité = $\frac{P. \text{ naturel} - P_0}{TSP - P_0} \times 100$

Tableau VII Poids de paille des essais en station (IMPHOS 1988, matière sèche paille maïs, q/ha)

Traitements	Région Maritime		Région des Plateaux		Région Centrale	
	Davié	Ativémé	Dayes-Apéyémé	Todomé	Kazaboua	Sotouboua
T0	46,78 c*	33,83 b	15,28 c	33,84 b	15,92 b	19,58 c
T1	52,01 b	38,33 a	15,52 c	45,65 a	22,34 b	32,36 b
T2	57,11 a	40,34 a	30,37 a	49,76 a	32,68 a	41,09 a
T3	55,21 a b	40,97 a	22,77 b	46,75 a	23,45 b	39,07 a
T4	58,57 a	40,03 a	28,99 a	48,75 a	31,48 a	39,45 a
T5	57,85 a	40,35 a	28,70 a	48,25 a	31,71 a	39,82 a
Moyenne	54,59	38,97	23,61	45,50	26,27	35,23
CV (%)	5,8	7,1	13,7	13,2	22,9	15,8
ETM	1,30	1,13	1,32	2,68	2,46	2,27
Signif.	HS	HS	HS	HS	HS	HS

* test DUNCAN 5%

Tableau VIII Poids de paille des tests en milieu paysan regroupés par région (IMPHOS 1988, matière sèche paille maïs, q/ha).

Traitements	Régions					
	Maritime		Plateaux		Centrale	
T0	24,11	d*	19,93	c	14,87	c
T1	29,97	c	28,09	b	20,34	b
T2	38,32	a	35,42	a	28,82	a
T3	32,71	b	32,12	a	28,01	a
T4	36,42	a	34,66	a	28,33	a
T5	36,41	a	34,75	a	29,06	a
Moyenne	32,99		30,83		24,90	
CV (%)	7,1		12,6		13,4	
ETM	0,75		1,23		1,67	
Signif.	HS		HS		HS	
Inter. T x P (5%)	NS		NS		NS	
Test Bartlett (5%)	NS		NS		NS	
Nbre paysans	5		5		2	
Nbre répétitions	10		10		4	

* test Duncan 5%

Tableau IX Teneur en eau du maïs-grain à la pesée (synthèse des mesures IMPHOS, % eau).

Milieu	Année	Traitements								
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	Moy.		
Station	1987	11,2	11,2	11,4	11,2	11,0	11,0	11,2		
	1988	12,0	11,8	12,1	11,9	12,1	11,8	12,0		
	Moy.	11,6	11,5	11,8	11,6	11,6	11,4	11,6		
Paysan	1987	13,0	13,1	13,3	13,3	13,3	13,4	13,2		
	1988	13,7	13,6	13,6	13,9	13,5	13,7	13,7		
	Moy.	13,4	13,4	13,5	13,6	13,4	13,6	13,5		
Moyenne		12,5	12,5	12,6	12,6	12,5	12,5	12,5		

Tableau X Rendements des essais en station (IMPHOS 1988, maïs-grain, q/ha).

Traitements	Région Maritime		Région des Plateaux		Région Centrale	
	Davié	Ativémé	Dayes-Apéyémé	Todomé	Kazaboua	Sotouboua
T0	28,69 d*	14,84 b	3,10 c	11,06 d	7,19 d	12,69 c
T1	32,41 c	17,90 b	2,85 c	21,88 c	10,95 c	22,36 b
T2	41,09 a	22,57 a	20,79 a	34,08 a	20,64 a	29,02 a
T3	37,53 b	21,70 a	11,53 b	22,12 c	14,53 b	27,74 a
T4	42,00 a	22,28 a	19,25 a	28,32 b	19,91 a	28,60 a
T5	42,87 a	22,45 a	19,01 a	31,60 a b	19,97 a	28,77 a
Moyenne	37,43	20,29	12,76	24,84	15,53	24,86
CV (%)	5,9	13,4	14,1	12,3	17,8	17,7
ETM	0,90	1,11	0,74	1,37	1,13	1,80
Signif.	HS	HS	HS	HS	HS	HS

* test Duncan 5%

Tableau XI Rendements des tests en milieu paysan regroupés par région
(IMPHOS 1988, maïs-grain, q/ha).

Traitements	Régions					
	Maritime		Plateaux		Centrale	
T0	12,30	d*	12,38	d	7,87	c
T1	16,42	c	17,48	c	12,16	b
T2	23,35	a	23,15	a	16,99	a
T3	20,44	b	20,03	b	15,65	a
T4	22,17	a	22,28	a	16,45	a
T5	22,43	a	22,92	a	16,48	a
Moyenne	19,52		19,71		14,27	
CV (%)	11,1		13,4		14,7	
ETM	0,46		0,62		0,74	
Signif.	HS		HS		HS	
Inter. T x P (5%)	NS		NS		NS	
Test Bartlett (5%)	NS		NS		NS	
Nbre paysans	11		9		4	
Nbre répétitions	22		18		8	

* test Duncan 5%

Tableau XII Rapport paille/grain du maïs (IMPHOS, moyenne 1987-88, variété NH1F1, 42 000 plants/ha, paille = m.s. et grain = 12,5% eau).

Traitement	Rapport paille/grain							
	Stations							Paysans
	Altitude (800m)	Basse altitude (0 - 300m)						Basse altitude (0 - 300 m)
	SFD*	TB	SFT	SV	Moy.			Moy.
T0	4,37	1,62	2,36	1,62	1,87			2,04
T1	4,41	1,58	1,97	1,43	1,66			1,91
T2	1,28	1,48	1,68	1,35	1,50			1,78
T3	2,00	1,52	1,87	1,41	1,60			1,86
T4	1,42	1,52	1,72	1,38	1,54			1,79
T5	1,40	1,47	1,68	1,36	1,50			1,78
Moy.	2,48	1,53	1,88	1,43	1,61			1,86

* SFD = sols ferrallitiques désaturés (Dayes)

TB = terres de Barre (Davié)

SFT = sols ferrugineux tropicaux (Ativémé, Todomé et Kazaboua)

SV = sols vertiques (Sotouboua).

Tableau XIV Evolution comparative des coefficients d'efficacité des phosphates naturels testés sur sols ferrallitiques désaturés d'altitude (plateau de Dayes) et sur les autres sols confondus des trois régions étudiées (IMPHOS 1986-1988, maïs-grain).

Zone	Milieu	CE * (% TSP)								
		PNB			PNPA SIVENG			PNPA TIMAC N°6		
		86	87	88	86	87	88	86	87	88
Plateau de Dayes	Station	2	21	48	39	62	91	47	63	90
	Paysan	20	25	42	50	52	83	50	58	85
	Moyenne	11	23	45	45	57	87	49	61	88
Autres sites	Station	22	29	60	70	77	90	86	90	93
	Paysan	22	30	58	75	78	86	86	92	92
	Moyenne	22	30	59	73	78	88	86	91	93

$$* CE = \text{Coefficient d'efficacité} = \frac{P. \text{ naturel} - PO}{TSP - PO} \times 100$$

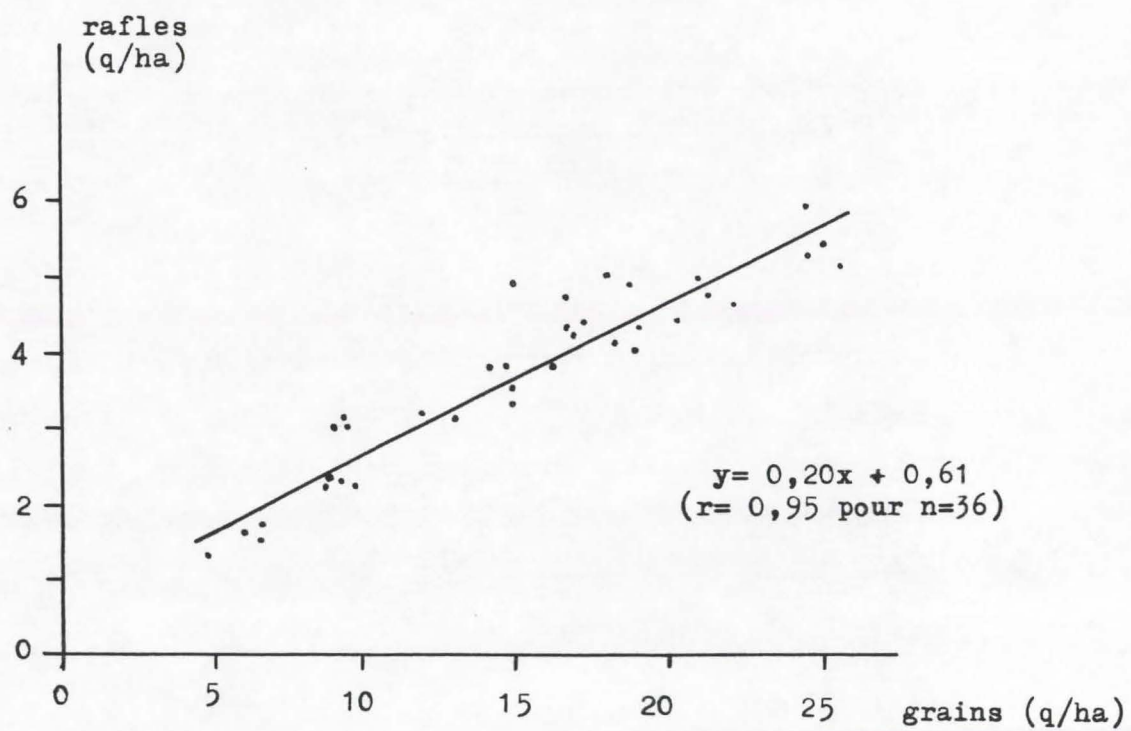


Figure 1 : Relation entre poids de rafle et de grain (IMPHOS 1988, maïs NH1F1, station de Kazaboua).

I-) N N E X E S

Annexe 1 - Signalement et situation des essais en station (IMPHOS 1988)

Région	N°	Lieu	Organisme	Secteur	Sol
Maritime	1	Davié	IRAT	Tsévié	TB*
	2	Ativémé	DRA	Tsévié	SFT
Plateaux	3	Dayes-Apéyémé**	IRAT	Dayes	SF
	4	Todomé	DRA/PDRN	Notsé	SFT
Centrale	5	Kazaboua	GTZ	Sotouboua	SFT
	6	Sotouboua	GTZ	Sotouboua	SV

*TB = terres de Barre (Sols ferrallitiques)

SFT = sols ferrugineux tropicaux

SF = sols ferrallitiques

SV = sols vertiques

** Dayes-Apéyémé = 800m altitude.

Annexe 2 - Signalement et situation des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988)

Région	N°	Nom	Lieu	Secteur	Sol
Maritime	1	ALAGNON Komi	Davié	Tsévié	TB*
	2	NUGBALO Komi	Davié	Tsévié	TB
	3	NUGBALO Agbekogni	Davié	Tsévié	TB
	4	HOUNGBESSOU Akakpo	Ativémé	Tsévié	SFT
	5	AWAGNON Korlan	Bolou Kpéta	Tsévié	SFT
	6	AGBESSI Yao	Agbatopé	Tsévié	TB
	7	KOUTSODI Djimédo	Atchansi	Amegnran	TB
	8	SODOKIN Togbé	Zébévi	Aného	TB
	9	AGBOMEDJI Agbomgbé	Agbomédji	Aného	TB
	10	AFANGNIVO Kouessan	Hahotoe	Vogan	TB
	10bis	ANOUMOU Togbé	Kpoti Kondji	Aného	TB
Plateaux	11	AZONHENOU Baba	Kpélé	Notsé	SFT
	12	GBADAGO Messan	Wahala	Wahala	SFT
	13	BEGUIN Alawi	Kalabé	Wahala	SFT
	14	ATCHAGLO Kodjovi	Kpégnon	Wahala	SFT
	15	BAHINIBA Siraga	Gléi	Gléi	SFT
	16	SETONDJI Messan	Gléi	Gléi	SFT
	17	KARKA Logba	Ayolé	Gléi	SFT
	18	ALI Ogoua	Kotokopé	Gléi	SFT
	19	KOFFIGAN Koffi	Apéyéme**	Dayes	SF
	20	SAGBAYA Ognran	Kétémé**	Dayes	SF
Centrale	21	FALOKI Dalbiya	Tabindé	Sotouboua	SV
	22	LANGUIE Maouvi	Tchoidé	Sotouboua	SV
	23	DOKI Ahomago	Koboyo	Tchaoudjo	SFT
	24	BAKOUTETOU Tchalin	Koboyo	Tchaoudjo	SFT
	25	AGUEI Mahirékouya	Koboyo	Tchaoudjo	SFT
	26	FAO Téloudé	Acouda	Sotouboua	SFT
	27	ISSAKA Idrissou	Alibi	Tchamba	SFT
	28	DATAGNI Kpankpan	Yelivo	Tchaoudjo	SFT
	29	AGBERE Salifou	Tchamba	Tchamba	SFT
	30	KOUKOUBA Bassarou	Tchamba	Tchamba	SFT
	31	DJOBO Mohaman	Tchamba	Tchamba	SFT

* TB = terres de Barre (sols ferrallitiques)

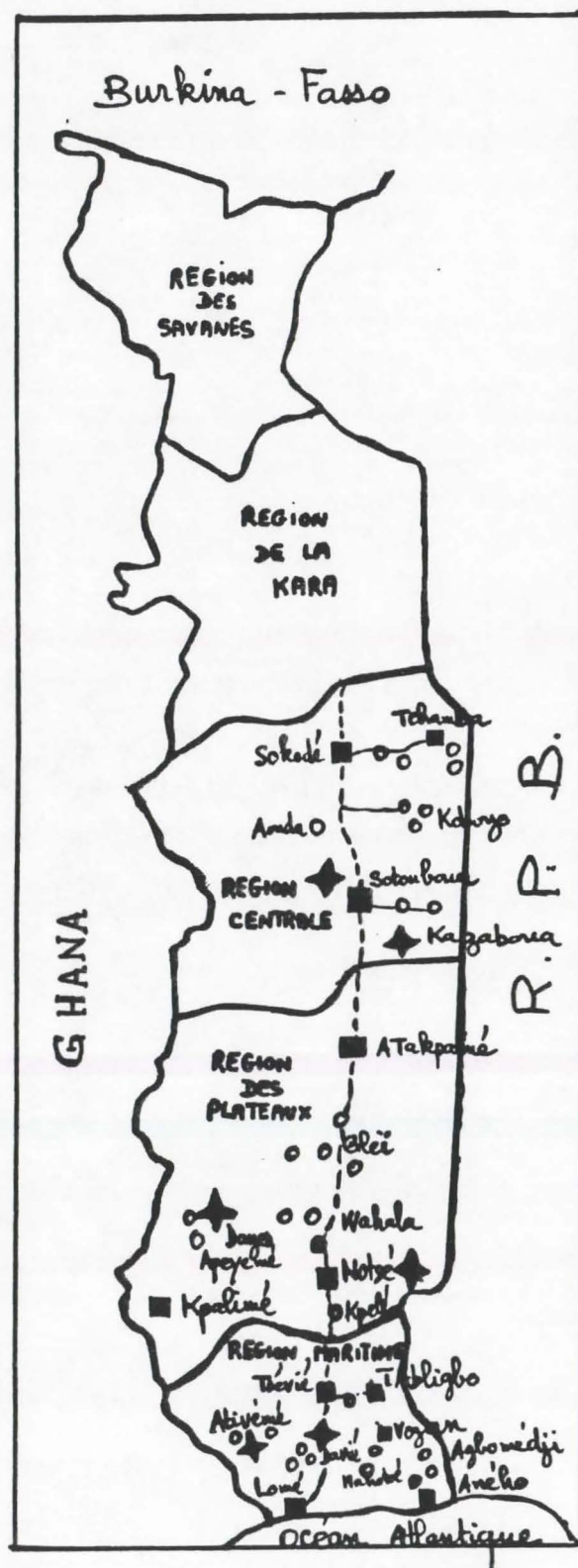
SFT = sols ferrugineux tropicaux

SF = sols ferrallitiques

SV = sols vertiques.

** Dayes-Apéyéme et Kétémé = 800m altitude.

Points des essais IMPHOS



- Chiefs Lieux des Préfectures
- ◆ Points des essais en station
- Points des tests en milieu paysan

Annexe 4 - Calendrier cultural des essais en station (IMPHOS 1988)

Opérations culturales	Région Maritime		Région des Plateaux		Région Centrale	
	Davié	Ativémé	Dayes-Apéyéme	Todomé	Kazaboua	Sotouboua
Précéd. cult.	IMPHOS 87	IMPHOS 87	IMPHOS 87	IMPHOS 87	IMPHOS 87	IMPHOS 87
Prép. sol	5.4	11.3	2.4	20.4	23.6	8.6
PK	7.4	12.4	7.4	25.4	27.6	25.6
N 1	29.4	10.5	5.5	8.5	29.7	20.7
2	24.5	8.6	8.6	25.5	23.8	17.8
Semis	7.4	21.4	15.4	25.4	27.6	25.6
Levée	12.4	25.4	20.4	2.5	2.7	30.6
Démariage	27.4	9.5	4.5	15.5	17.7	18.7
Sarclage 1	5.5	2.5	29.4	7.5	9.7	6.7
2	24.5	20.5	25.5	24.5	26.7	16.8
3	-	22.6	16.6	26.6	26.8	-
Récolte	2.8	9.8	18.8	16.8	24.10	31.10

Annexe 5 - Calendrier cultural des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région Maritime).

Opérations culturales	Paysans										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10 bis
Précéd. cult.	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87
Prép. sol	11.4	9.4	25.4	7.4	27.4	10.4	15.4	14.4	16.4	18.4	16.4
PK	11.4	11.4	25.4	22.4	30.4	11.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
N 1	15.5	15.5	23.5	15.5	21.5	17.5	18.5	11.5	11.5	22.5	12.5
2	10.6	10.6	24.6	12.6	17.6	12.6	11.6	9.6	10.6	31.6	10.6
Semis	22.4	21.4	27.4	22.4	30.4	24.4	21.4	21.4	21.4	25.4	21.4
Levée	27.4	26.4	2.5	27.4	5.5	29.4	26.4	26.4	26.4	30.4	26.4
Démariage	15.5	15.5	22.5	15.5	21.5	16.5	18.5	11.5	11.5	19.5	11.5
Sarclage 1	14.5	15.5	23.5	28.5	20.5	15.5	10.5	10.5	10.5	20.5	11.5
2	9.6	9.6	23.6	3.7	16.6	9.6	10.6	9.6	9.6	30.6	9.6
Récolte	16.8	16.8	16.8	29.8	31.8	19.8	19.8	1.8	1.8	19.8	1.8

Annexe 6 - Calendrier culturel des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région des Plateaux).

Opérations culturales	Paysans									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Précéd. cult.	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87
Prép. sol	17.4	25.4	10.4	12.4	9.4	6.4	11.5	25.4	11.4	10.4
PK	24.4	6.5	14.4	14.4	10.4	9.4	14.5	27.4	16.4	4.5
N 1	9.5	6.6	18.5	20.5	15.5	15.5	29.6	24.6	15.5	24.5
2	9.6	21.6	4.6	9.6	5.6	8.6	17.7	13.7	11.6	29.6
Semis	24.4	7.5	15.4	19.4	17.4	14.4	26.5	26.5	18.4	4.5
Levée	29.4	12.5	19.4	24.4	22.4	19.4	31.5	30.5	23.4	9.5
Démariage	8.5	31.5	15.5	20.5	14.5	2.5	29.6	24.6	16.5	24.5
Sarclage 1	8.5	31.5	1.5	19.5	14.5	5.5	29.6	24.6	9.5	20.5
2	7.6	21.6	3.6	8.6	5.6	27.5	17.7	13.7	22.6	4.6
Récolte	24.8	6.9	17.8	17.8	18.8	20.8	10.9	1.10	27.8	20.9

Annexe 7 - Calendrier cultural des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région Centrale)

Opérations culturales	Paysan											
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Précéd. cult.	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP.87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP. 87	IMP.87	IMP.87	IMP.87	IMP.87
Prép. sol	15.6	25.5	14.6	14.6	20.6	24.5	12.6	8.6	12.6	12.6	30.6	
PK	17.6	29.5	15.6	15.6	22.6	-	14.6	9.6	13.6	13.6	30.6	
N 1	14.7	23.6	20.7	24.7	10.7	-	15.7	2.7	13.7	13.7	-	
2	13.8	20.7	5.8	7.8	25.8	-	3.8	10.8	1.8	4.8	-	
Semis	19.6	30.5	15.6	15.6	23.6	27.5	14.6	11.6	13.6	13.6	30.6	
Lévée	24.6	4.6	20.6	20.6	28.6	1.6	19.6	15.6	18.6	18.6	5.7	
Démariage	13.7	22.5	20.7	23.7	10.7	-	15.7	2.7	13.7	13.7	-	
Sarclage 1	5.7	22.6	20.7	24.7	10.7	-	15.7	2.7	13.7	4.7	-	
2	10.8	19.7	5.8	7.8	25.8	-	4.8	10.8	1.8	4.8	-	
Récolte	15.10	6.10	10.10	15.10	22.10	-	11.10	25.9	19.10	17.10	-	

Annexe 8 - Pluviométrie des essais en station (IMPHOS 1988, mm).

Rég.	Station	Décade											Total* (mm)	Nbre jours
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Maritime	Davié	76	105	108	41	42	73	47	52	65	107	-	716	34
	Ativémé	114	27	71	67	45	90	38	50	31	0	-	533	33
Plateaux	Dayes-Apéy.	88	40	39	41	52	39	103	54	94	21	15	586	61
	Todomé	60	36	63	45	24	81	81	101	28	12	-	531	34
Centrale	Kazaboua	85	203	24	41	85	37	71	75	76	63	-	760	41
	Sotouboua	43	141	68	65	32	51	118	135	56	49	16	774	57

* du semis à 10 jours avant la récolte

Annexe 9 - Pluviométrie des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région Maritime, mm)

Poste météo	Paysan (N°)	Décade											Total* (mm)	Nbre jours
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Davié	1 - 2	170	27	75	28	54	41	89	108	27	0	-	619	30
	3	134	41	42	73	47	52	65	87	20	0	-	561	28
Ativémé	4	114	27	71	67	45	90	38	50	31	0	-	533	33
	5	46	71	67	45	34	62	64	50	0	4	-	443	29
Tsévié	6	142	28	48	99	47	57	34	61	19	0	-	535	27
Amégnran	7	64	52	22	37	33	64	75	60	16	4	-	427	24
Agbomedji	8-9-10bis	88	16	61	60	96	65	75	112	142	0	-	715	33
Hahotoe	10	67	8	19	21	20	45	59	65	0	0	-	304	18
Moyenne		106	30	55	53	57	59	67	84	51	1	-	563	29

* du semis à 10 jours avant la récolte.

Annexe 10 - Pluviométrie des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région des Plateaux, mm).

Poste météo	Paysan (N°)	Décade											Total* (mm)	Nbre jours
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Notsé	11	60	32	42	53	26	74	52	122	35	13	-	509	29
Wahala	12	11	16	38	94	65	43	99	36	38	40	-	480	28
	13 - 14	83	12	3	8	31	109	60	48	99	36	-	489	31
Gléi	15 - 16	112	13	9	38	63	50	96	97	110	46	-	634	33
	18	95	50	96	97	114	67	15	20	48	36	-	638	36
Dayes Apéy.	19	68	32	38	66	38	32	127	27	93	20	14	555	59
	20	39	41	52	39	101	54	96	21	15	12	19	489	58
Moyenne		74	25	32	49	59	65	78	57	72	32	-	543	38

* du semis à 10 jours avant la récolte.

Annexe 11 - Pluviométrie des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région Centrale, mm).

Poste météo	Paysan (N°)	Décade											Total* (mm)	Nbre (jours)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Sotouboua	21	79	96	76	55	72	112	88	124	120	59	-	881	56
Kazaboua	22	83	76	75	88	170	24	41	85	45	87	-	774	44
Tchamba	29 - 30	19	59	134	57	61	24	40	134	43	92	-	663	28
Moyenne		50	73	105	64	91	46	52	119	63	83	-	746	39

* du semis à 10 jours avant la récolte.

Annexe 12 - Pluviométrie par stade végétatif pour les essais en station (IMPHOS 1986 - 1988).

Rég.	Station	Année	Pluviométrie (mm)				Total
			Levée (0-20j.)	Montaison (20-40j.)	Floraison (40-60j.)	Maturation (60-100j.)	
Maritime	Davié	1986	74	88	66	284	512
		1987	47	25	125	89	286
		1988	181	149	115	271	716
	Ativémé	1986	67	51	61	288	467
		1987	42	55	218	95	410
		1988	141	138	135	119	533
Plateaux	Dayes	1986	75	75	89	179	418
		1987	93	42	96	505	736
		1988	128	80	91	287	586
	Todomé	1986	35	77	55	169	336
		1987	49	84	16	90	239
		1988	96	108	105	222	531
Centrale	Kazaboua	1986	61	165	144	233	603
		1987	92	104	114	297	607
		1988	288	65	122	285	760
	Sotouboua	1986	148	177	175	302	802
		1987	100	129	126	556	911
		1988	184	133	83	374	774

Annexe 13 - Pluviométrie par stade végétatif et par région pour les tests en milieu paysan (IMPHOS 1986 - 1988).

Rég.	Année	Pluviométrie (mm)				
		Lévée (0-20j.)	Montaison (20-40j.)	Floraison (40-60j.)	Maturation (60-100j.)	Total
Maritime	1986	87	48	103	227	465
	1987	39	62	68	158	327
	1988	136	108	116	203	563
Plateaux	1986	86	127	131	188	532
	1987	67	100	76	331	574
	1988	98	81	124	243	546
Centrale	1986	112	99	120	277	608
	1987	90	144	165	299	698
	1988	123	169	137	317	746

Annexe 14 - Plants manquants à la récolte (IMPHOS 1988, essais en station, maïs, %).

Trait.	Région Maritime		Région des Plateaux		Région Centrale	
	Davié	Ativémé	Dayes-Apéy.	Todomé	Kazaboua	Sotouboua
T0	9,5	12,2	52,3 c*	11,8	47,2 b	20,0
T1	7,4	10,2	54,8 c	10,6	47,2 b	19,8
T2	11,9	8,2	13,3 a	12,0	33,3 a	19,4
T3	11,5	7,7	21,0 b	11,2	32,5 a	19,4
T4	11,1	9,0	12,3 a	12,0	31,5 a	18,8
T5	9,1	10,5	12,5 a	11,6	32,9 a	19,4
Moy.	10,1	9,6	27,7	11,5	37,4	19,5
CV(%)	4,2	6,5	9,0	4,7	15,4	10,7
Signif.	NS	NS	HS	NS	S	NS

* test Duncan 5%.

Annexe 15 - Plants manquants à la récolte (IMPHOS 1988, tests en milieu paysan, maïs, %)

Rég.	Pays. (N°)	Traitement						Moy.
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	
Maritime	1	17,7	11,1	13,2	15,6	7,3	11,1	12,7
	2	13,7	8,5	10,1	10,8	8,7	9,3	10,2
	3	24,3	19,9	14,1	11,0	14,8	15,7	16,6
	4	31,8	19,8	13,7	20,9	20,2	14,2	20,1
	5	39,2	17,3	18,0	19,5	16,5	18,2	21,5
	6	16,1	13,9	9,4	9,7	9,4	10,2	11,5
	7	16,1	12,4	6,3	11,4	7,2	9,8	10,5
	8	5,0	1,0	1,9	3,2	0,9	1,0	2,2
	9	9,6	5,9	5,5	5,8	4,9	4,7	6,1
	10	42,0	26,1	25,2	26,2	26,9	28,8	29,2
	10bis	49,5	14,3	10,3	16,9	14,7	13,7	19,9
	Moy.	24,1	13,7	11,6	13,7	12,0	12,4	14,6
					12,7			
Plateaux	11	42,5	27,9	26,9	26,2	27,4	24,1	29,2
	12	37,2	39,4	29,7	43,4	37,3	32,0	36,5
	13	10,2	9,6	10,6	6,9	9,5	4,9	8,6
	14	16,0	6,9	11,6	7,1	11,6	10,0	10,5
	15	55,2	22,9	22,0	22,0	21,1	27,9	28,5
	16	28,4	12,2	10,2	19,7	19,5	16,6	17,8
	18	71,1	46,6	45,1	51,6	48,3	47,1	51,6
	19	66,1	53,0	30,5	46,8	40,6	34,6	45,3
	20	35,2	26,5	24,2	28,4	26,6	27,9	28,1
	Moy.	40,2	27,2	23,4	28,0	26,9	25,0	28,5
					26,1			
Centrale	21	57,4	47,6	48,5	47,7	52,1	50,0	50,6
	22	45,4	45,8	33,9	46,0	30,6	32,5	39,0
	29	6,2	5,0	5,6	5,3	4,3	4,7	5,2
	30	15,3	13,7	11,8	12,8	12,2	13,6	13,2
	Moy.	31,1	28,0	25,0	28,0	24,8	25,2	27,0
					26,2			

Annexe 16 - Plants manquants à la récolte (IMPHOS 1986 - 1988, tests en milieu paysan, trois régions confondues, maïs, %).

Traitement	Année							
	1986		1987		1988			
T0	21,7	a*	41,9	a	31,8	a		
T1	14,9	b	30,8	b	23,0	b		
T2	13,9	b	29,2	b	20,0	b		
T3	15,7	b	30,6	b	23,2	b		
T4	14,0	b	30,4	b	21,2	b		
T5	14,6	b	29,6	b	20,9	b		
Moyenne	15,8		32,1		23,4			
CV (%)	8,8		7,8		8,9			
ETM	0,8		1,4		1,2			
Signif.	HS		HS		HS			

* test Duncan 5%.

Annexe 17 - Pluviométrie, plants manquants à la récolte et rendement
(IMPHOS 1986 - 1988, maïs NH1F1, grande saison des pluies)

Région	Milieu	Année	Pluviométrie (mm)	Manquants (%)		Rendement (q/ha)		
				T0	T2	T0	T2	
Maritime	Station	Dav.	1986	512	2,4	4,8	31,8	40,2
			1987	286	15,8	15,5	22,9	28,1
			1988	716	9,5	11,9	28,7	41,1
		Ati.	1986	467	11,9	11,9	30,2	38,8
			1987	410	32,7	27,6	15,3	20,9
			1988	533	12,2	8,2	14,8	22,6
	Paysan	1986	465	13,3	5,8	17,1	28,4	
		1987	327	36,4	26,3	8,5	14,4	
		1988	563	24,1	11,6	12,3	23,4	
Plateaux	Station	Day.	1986	418	58,3	14,3	4,0	21,5
			1987	736	54,2	3,2	4,9	26,8
			1988	586	52,3	13,3	3,1	20,8
		Tod.	1986	336	12,0	12,0	30,6	36,8
			1987	239	11,0	13,5	22,4	31,7
			1988	531	11,8	12,0	11,1	34,1
	Paysan	1986	532	26,7	16,9	9,7	20,3	
		1987	574	48,2	28,7	10,9	23,6	
		1988	546	40,2	23,4	12,4	23,2	
Centrale	Station	Kaz.	1986	603	16,0	13,3	12,0	25,7
			1987	607	45,2	33,9	6,7	17,2
			1988	760	47,2	33,3	7,2	20,6
		Sot.	1986	802	-	-	11,2	17,0
			1987	911	8,6	6,3	12,0	18,6
			1988	774	20,0	19,4	12,7	29,0
	Paysan	1986	608	25,0	19,1	11,5	23,2	
		1987	698	41,2	32,6	8,7	15,1	
		1988	746	31,1	25,0	7,9	17,0	

Annexe 18 - Poids de paille des tests en milieu paysan regroupés par le Service de Méthodologie de l'IRAT-CIRAD/Montpellier (IMPHOS 1987, matière sèche pailles maïs, q/ha).

Traitements	Régions					
	Maritime		Plateaux		Centrale	
T0	19,09	d*	27,16	b	12,61	c
T1	23,63	c	39,84	a	14,50	b c
T2	33,92	a	45,57	a	20,14	a
T3	25,38	c	40,41	a	15,67	b
T4	27,42	b c	42,18	a	18,55	a
T5	30,29	a b	42,18	a	19,02	a
Moyenne	26,62		39,62		16,75	
CV (%)	10,0		20,4		12,0	
ETM	1,33		2,86		0,82	
Signif.	HS		HS		HS	
Inter. T x P (5%)	NS		NS		NS	
Test Bartlett (5%)	NS		NS		NS	
Nbre paysans	2		4		3	
Nbre répétitions	4		8		6	

* test Duncan 5%

Annexe 19 - Teneur en matière sèche des pailles de maïs des essais en station (IMPHOS 1988, % m. s.).

Traitements	Région Maritime		Région des Plateaux		Région Centrale		Moyenne
	Davié	Ativémé	Dayes-Apéyémé*	Todomé*	Kazaboua	Sotouboua	
T0	92,0	87,2	40,0	75,8	89,8	94,0	79,8
T1	87,2	90,0	42,0	78,0	91,0	93,8	80,3
T2	88,0	88,0	44,0	76,0	91,2	95,0	80,4
T3	90,0	86,0	41,6	76,0	91,8	94,2	79,9
T4	90,2	90,0	44,0	75,6	91,0	94,0	80,8
T5	90,0	89,2	44,0	76,0	91,0	94,2	80,7
Moyenne	89,6	88,4	42,6	76,2	91,0	94,2	80,3

* Prélèvement après une pluie.

Annexe 20 - Teneur en matière sèche des pailles de maïs des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, % m. s.).

Région	Paysan	Traitement					Moy.	
		T0	T1	T2	T3	T4		T5
Maritime	1	90,0	88,8	91,2	89,2	89,0	88,8	89,5
	4	87,2	87,2	88,0	88,0	90,0	88,0	88,1
	6	88,0	92,0	88,0	86,0	92,8	88,0	89,1
	8	87,2	87,2	88,0	90,0	87,6	87,2	87,9
	10	83,2	84,0	84,0	82,0	82,0	84,0	83,2
	moy.	87,1	87,8	87,8	87,0	88,3	87,2	87,6
Plateaux	11	89,0	88,0	91,0	88,0	89,2	90,3	89,3
	12	90,4	90,0	92,0	90,2	92,6	92,4	91,3
	14	92,4	93,0	93,0	92,8	92,4	93,0	92,8
	16	89,8	89,2	88,2	88,7	88,4	88,0	88,7
	18	84,6	85,5	86,0	86,0	85,5	84,5	85,4
	moy.	89,2	89,9	90,0	89,1	89,6	89,6	89,5
Centrale	29	92,0	92,0	92,2	92,0	91,8	92,2	92,0
	30	87,2	89,4	91,2	90,0	90,0	90,8	89,8
	moy.	89,2	89,5	90,5	90,0	90,2	90,1	89,9
Moyenne		88,4	88,9	89,4	88,6	89,3	88,9	88,9

Annexe 21 - Résultats des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région Maritime, matière sèche pailles maïs, kg/ha).

Pays. (N°)	Répét.	Traitements						Moyenne	Variance erreur	CV (%)	S
		T0	T1	T2	T3	T4	T5				
1	1	3184,50	3180,52	4081,20	3559,82	3830,70	3751,05	3618,64	19164,44	3,8	S
	2	3401,25	3510,56	4111,60	3383,65	3719,98	3708,87				
4	1	1655,34	2050,66	2877,60	2529,27	3174,75	3112,27	2608,76	19204,02	5,3	HS
	2	1550,70	2206,16	3227,40	2598,93	3003,00	3319,07				
6	1	2257,93	2584,44	3700,84	3207,80	3982,67	3225,93	3254,94	63246,44	7,7	S
	2	2584,27	3149,46	3970,27	3192,75	3561,20	3641,73				
8	1	2252,66	2910,30	3854,40	3078,75	3483,56	3554,12	3326,80	37785,54	5,8	HS
	2	2688,66	3206,06	3585,27	3460,50	3816,44	4030,82				
10	1	2271,36	3661,70	4173,40	3985,20	3627,82	3511,20	3686,32	134777,90	10,0	S
	2	2266,51	3508,40	4740,40	3709,13	4220,95	4559,80				

Annexe 22 - Résultats des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région des Plateaux, matière sèche pailles maïs, kg/ha).

Pays.	Répét.	Traitements						Moyenne	Variance erreur	CV (%)	S
		T0	T1	T2	T3	T4	T5				
11	1	1735,50	2902,90	4049,50	3602,50	4425,44	4302,80	3519,81	248614,76	14,2	NS
	2	2762,34	3500,20	4108,65	3474,90	3479,92	3893,06				
12	1	3166,26	3623,63	4126,20	3493,00	4048,94	3871,56	3599,30	232266,25	13,4	NS
	2	2020,44	2549,25	4248,10	3595,60	4155,43	4293,14				
14	1	2188,73	3023,66	3587,48	2971,92	3340,26	3278,25	3188,77	40928,20	6,3	HS
	2	2321,55	3093,41	3411,94	3463,76	3736,43	3847,88				
16	1	2085,61	3195,59	3387,98	3178,79	3582,41	3545,30	3241,65	169212,99	12,7	NS
	2	2253,98	2496,49	4070,43	4101,27	3506,17	3495,80				
18	1	435,69	2143,91	2328,45	2036,05	2164,22	2096,66	1865,28	69321,51	14,1	S
	2	961,27	1564,65	2104,85	2202,68	2217,66	2127,29				

Annexe 23 - Résultats des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région Centrale, matière sèche pailles maïs, kg/ha).

Pays. (N°)	Répét.	Traitements						Moyenne	Variance erreur	CV (%)	S
		T0	T1	T2	T3	T4	T5				
29	1	1840,00	2177,33	2950,40	3588,00	2937,60	3257,73	2681,90	169 193,54	15,3	NS
	2	1840,00	2269,33	3104,07	2238,67	3060,00	2919,67				
30	1	1220,80	1810,35	2553,60	2880,00	2452,50	2814,80	2298,75	52 759,70	10,0	HS
	2	1046,40	1877,40	2918,40	2497,50	2880,00	2633,20				

Annexe 24 - Rendements des tests en milieu paysan regroupés par le
Service de Méthodologie de l'IRAT-CIRAD/Montpellier (IMPHOS
1987, maïs-grain, q/ha).

Traitements	Régions							
	Maritime			Plateaux		Centrale		
T0	8,52	c*		10,86	d	8,69	c	
T1	10,52	b		18,82	c	11,27	b	
T2	14,36	a		23,59	a	15,12	a	
T3	11,21	b		19,45	c	13,45	a	
T4	13,40	a		21,64	b	14,63	a	
T5	14,02	a		23,23	a b	14,96	a	
Moyenne	12,00			19,60		13,02		
CV (%)	17,7			14,7		15,7		
ETM	0,53			0,64		0,59		
Signif.	HS			HS		HS		
Inter. T x P (5%)	NS			NS		NS		
Test Bartlett (5%)	NS			NS		NS		
Nbre paysans	8			10		6		
Nbre répétitions	16			20		12		

* test Duncan 5%

Annexe 25 - Rendements (grain, q/ha) et poids de paille (m. s., q/ha)
des essais en station regroupés par le Service de Méthodologie
de l'IRAT - CIRAD/Montpellier (IMPHOS 1987).

Traitements	Grain		Paille	
	Regroupement Davié, Ativ., Sotoub., Kazab.		Regroupement Dav., Ativ., Day., Sotoub., Kazab.	
T0	14,22	c *	25,63	d
T1	17,73	b	28,20	c
T2	21,19	a	34,25	a
T3	18,79	b	30,29	b
T4	20,42	a	32,34	a
T5	21,11	a	32,95	a
Moyenne	18,91		30,61	
CV (%)	13,6		12,9	
ETM	0,52		0,72	
Signif.	HS		HS	
Inter. T x S (5%)	NS		NS	
Test Bartlett (5%)	NS		NS	
Nbre stations	4		5	
Nbre répétitions	24		30	

* test Duncan 5%

Annexe 26 - Teneur en eau des grains de maïs à la pesée (IMPHOS, 1988, essais en station, % eau).

Traitements	Région Maritime		Région des Plateaux		Région Centrale		Moyenne
	Davié	Ativémé	Dayes-Apéyémé	Todomé	Kazaboua	Sotouboua	
T0	12,0	13,0	12,4	13,4	12,0	9,0	12,0
T1	13,0	12,0	12,0	13,0	11,6	9,0	11,8
T2	13,0	12,4	12,8	12,8	12,0	9,4	12,1
T3	12,4	12,0	12,4	13,0	12,4	9,2	11,9
T4	12,8	12,4	12,0	13,0	13,0	9,4	12,1
T5	13,0	12,0	12,4	12,8	11,4	9,2	11,8
Moyenne	12,7	12,3	12,3	13,0	12,1	9,2	11,9

Annexe 27 - Teneur en eau des grains de maïs à la pesée (IMPHOS 1988, tests en milieu paysan, % eau).

Région	Paysan	Traitements						Moy.
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	
Maritime	1	14,5	14,4	14,4	14,6	14,4	14,5	14,5
	6	12,0	12,6	12,0	12,8	12,6	12,4	12,4
	7	14,8	14,2	14,4	14,5	14,0	14,0	14,3
	8	12,0	12,5	12,2	13,0	12,4	12,8	12,5
	10	14,5	13,0	13,0	14,0	13,4	13,0	13,5
	Moy.	13,6	13,3	13,2	13,8	13,4	13,3	13,4
Plateaux	11	14,6	14,8	15,0	14,5	14,6	14,8	14,7
	12	14,0	14,2	14,0	14,4	14,0	14,3	14,2
	14	15,0	14,8	14,4	14,8	14,6	14,4	14,7
	16	12,6	12,4	13,0	12,4	12,3	12,0	12,5
	18	14,9	14,3	15,2	15,0	15,2	15,6	15,0
	Moy.	14,2	14,1	14,3	14,2	14,1	14,2	14,2
Centrale	22	12,2	12,0	12,1	12,9	11,0	12,5	12,1
	29	11,6	11,0	11,6	11,6	11,0	12,0	11,5
	30	16,0	16,0	15,6	16,0	15,8	15,4	15,8
	Moy.	13,3	13,0	13,1	13,5	12,6	13,3	13,1
Moyenne		13,7	13,6	13,6	13,9	13,5	13,7	13,7

Annexe 28 - Résultats des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région Maritime, maïs-grain, kg/ha).

Pays.	Répét.	Traitements						Moyenne	Variance erreur	CV (%)	S
		T0	T1	T2	T3	T4	T5				
1	1	2396,67	2805,00	3166,67	2811,67	3238,33	3081,67	2810,00	27246,03	5,9	HS
	2	1818,33	2450,00	3031,67	2731,67	3011,67	3176,67				
2	1	1911,67	2190,00	2708,33	2716,67	2938,33	2951,67	2508,19	25044,66	6,3	HS
	2	1683,33	2128,33	2951,67	2533,33	2865,00	2520,00				
3	1	783,33	1250,00	1810,00	1821,67	1693,33	1625,00	1485,56	27125,81	11,1	HS
	2	570,00	1083,33	1801,67	1621,67	1743,33	2023,33				
4	1	700,00	1145,83	2037,50	1658,33	2041,67	2200,00	1619,10	37491,91	12,0	HS
	2	679,17	1112,50	2545,83	1441,67	1833,33	2033,33				
5	1	650,00	916,67	2458,33	1304,17	1716,67	1379,17	1407,29	60259,17	17,4	S
	2	754,17	816,67	1845,83	1500,00	1758,33	1787,50				
6	1	1340,00	1246,67	1960,00	1685,00	2025,00	1843,33	1747,36	10427,39	5,8	HS
	2	1256,67	1466,67	2066,67	1986,67	2036,67	2055,00				
7	1	1906,67	2566,67	2963,33	2785,00	2710,00	2698,33	2540,56	38063,23	7,7	S
	2	1836,67	2170,00	2506,67	2578,33	2848,33	2916,67				
8	1	1775,00	1700,00	2168,33	2231,67	2280,00	2486,67	2289,38	59918,02	10,7	NS
	2	1697,50	2358,33	3031,67	2616,67	2451,67	2675,00				
9	1	903,33	1640,00	1875,00	1866,67	1345,00	1875,00	1595,56	95755,88	19,4	NS
	2	661,67	1308,33	1903,33	1725,00	2221,67	1821,67				
10	1	1683,33	2008,33	2108,33	2100,00	2008,33	2008,33	1947,91	95019,86	15,8	NS
	2	1083,33	1500,00	2575,00	1858,33	2233,33	2208,33				
10bis	1	396,67	1100,00	1818,33	1668,33	1938,33	2250,00	1518,61	36521,97	12,6	HS
	2	575,00	1155,00	2033,33	1726,67	1833,33	1728,33				

Annexe 29 - Résultats des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région des Plateaux, maïs-grain, kg/ha).

Pays. (N°)	Répét.	Traitements						Moyenne	Variance erreur	CV (%)	S
		T0	T1	T2	T3	T4	T5				
11	1	2183,33	1905,00	2576,67	1898,33	2705,00	2483,33	2260,28	101599,43	14,1	NS
	2	1410,00	2185,00	2480,00	2440,00	2593,33	2263,33				
12	1	1710,00	2033,33	2578,33	1625,00	2701,67	2548,33	2191,11	113838,80	15,4	NS
	2	1128,33	1833,33	2390,00	2370,00	2478,33	2896,67				
13	1	2506,67	2606,67	3421,67	3245,00	2893,33	3515,00	2865,00	94551,65	10,7	NS
	2	2130,00	2460,00	2943,33	2370,00	3305,00	2983,33				
14	1	1496,67	2181,67	2688,33	2383,33	2416,67	2751,67	2267,22	18810,59	6,0	HS
	2	1035,00	2285,00	2526,67	2360,00	2375,00	2706,67				
15	1	1006,67	1418,33	2110,00	2436,67	1951,67	2125,00	1838,33	81257,09	15,5	S
	2	583,33	1480,00	2575,00	1958,33	2373,33	2041,67				
16	1	1161,67	1928,33	2630,00	2301,67	2388,33	2410,00	2184,17	18105,86	6,2	HS
	2	1296,67	2275,00	2556,67	2360,00	2236,67	2665,00				
18	1	1206,67	1403,33	1259,17	1553,33	1635,00	1420,83	1571,74	137966,45	23,6	NS
	2	889,17	1418,33	2338,33	1638,33	1866,67	2231,67				
19	1	341,67	520,00	1320,00	465,00	940,00	1265,00	801,39	35962,18	23,7	S
	2	256,67	460,00	1071,67	726,67	1293,33	956,67				
20	1	1183,33	1716,67	2208,33	2033,33	1941,67	1916,67	1755,56	27411,38	9,4	HS
	2	750,00	1350,00	2000,00	1883,33	2000,00	2083,33				

Annexe 30 - Résultats des tests en milieu paysan (IMPHOS 1988, région Centrale, maïs-grain, kg/ha).

Pays.	Répét.	Traitements						Moyenne	Variance erreur	CV (%)	S
		T0	T1	T2	T3	T4	T5				
21	1	281,67	1076,67	1443,33	1210,00	1320,00	1696,67	1084,72	76585,74	25,5	NS
	2	688,33	816,67	1241,67	1175,00	1176,67	890,00				
22	1	1290,00	1626,67	1780,00	1725,00	2083,33	1750,00	1665,56	50903,75	13,5	NS
	2	1286,67	1038,33	2043,33	1608,33	1796,67	1958,33				
29	1	1198,33	1595,00	2096,67	2151,67	2195,00	1918,33	1686,67	33781,29	10,9	S
	2	645,00	1298,33	1951,67	1631,67	1591,67	1966,67				
30	1	358,33	1220,00	1475,00	1468,33	1538,33	1343,33	1269,72	15133,81	9,7	HS
	2	546,67	1060,00	1558,33	1548,33	1458,33	1661,67				

Annexe 31 - Rapport paille/grain du maïs (IMPHOS 1987-1988, stations, NH1F1, 42 000 plants/ha, paille = m.s. et grain = 12% eau).

Traitement	Année	Rapport paille/grain					
		R. Maritime		R. Plateaux		R. Centrale	
		Davié	Ativémé	Dayes	Todomé	Kazaboua	Sotouboua
T0	1987	1,60	2,33	3,81	1,69	2,55	1,69
	1988	1,63	2,28	4,93	3,06	2,21	1,54
	Moy.	1,62	2,31	4,37	2,38	2,38	1,62
T1	1987	1,55	2,04	3,37	1,46	2,01	1,41
	1988	1,60	2,14	5,45	2,09	2,04	1,45
	Moy.	1,58	2,09	4,41	1,78	2,03	1,43
T2	1987	1,57	2,14	1,10	1,44	1,65	1,33
	1988	1,39	1,79	1,46	1,46	1,58	1,37
	Moy.	1,48	1,97	1,28	1,45	1,62	1,35
T3	1987	1,57	2,29	2,02	1,59	1,70	1,40
	1988	1,47	1,89	1,97	2,11	1,61	1,41
	Moy.	1,52	2,09	2,00	1,85	1,66	1,41
T4	1987	1,65	1,88	1,32	1,59	1,74	1,38
	1988	1,39	1,80	1,51	1,72	1,58	1,38
	Moy.	1,52	1,84	1,42	1,66	1,66	1,38
T5	1987	1,58	1,96	1,28	1,45	1,76	1,34
	1988	1,35	1,80	1,51	1,53	1,59	1,38
	Moy.	1,45	1,88	1,40	1,49	1,68	1,36

Annexe 32 - Rapport paille/grain du maïs (IMPHOS 1987 - 1988, paysans, NH1F1, 42 000 plants/ha, paille = m.s. et grain = 12% eau).

Traitement	Année	Rapport paille/grain		
		R. Maritime	R. Plateaux	R. Centrale
T0	1987	2,64	2,50	1,62
	1988	1,96	1,61	1,89
	Moyenne	2,30	2,06	1,76
T1	1987	2,67	2,12	1,54
	1988	1,83	1,61	1,67
	Moyenne	2,25	1,87	1,61
T2	1987	2,41	1,93	1,48
	1988	1,64	1,53	1,70
	Moyenne	2,03	1,73	1,59
T3	1987	2,69	2,08	1,37
	1988	1,60	1,60	1,79
	Moyenne	2,15	1,84	1,58
T4	1987	2,40	1,95	1,46
	1988	1,64	1,56	1,72
	Moyenne	2,02	1,76	1,59
T5	1987	2,37	1,98	1,40
	1988	1,62	1,52	1,76
	Moyenne	2,00	1,75	1,58

Annexe 33 - Evolution des coefficients d'efficacité de trois formules de phosphate naturel (IMPHOS 1986 - 1988, maïs-grain).

Région	Milieu	CE* (% TSP)								
		PNB			PNPA SIVENG			PNPA TIMAC N° 6		
		86	87	88	86	87	88	86	87	88
Maritime	Sta.	44	61	70	73	74	97	70	84	99
	Pay.	16	18	58	63	75	83	77	91	87
	Moy.	30	40	64	68	75	90	74	88	93
Plateaux	Sta.**	2	21	48	39	62	91	47	63	90
	Pay.	21	13	45	87	84	85	100	93	96
	Moy.	12	17	47	63	73	88	74	78	93
Centrale	Sta.	-	26	59	86	84	93	85	89	95
	Pay.	34	57	72	84	87	89	82	96	90
	Moy.	34	42	66	85	86	91	84	93	93
Moyenne	Sta.	23	36	59	66	73	94	67	79	95
	Pay.	24	29	58	78	82	86	86	93	91
	Moy.	24	33	59	72	78	90	77	86	93

* CE = Coefficient d'efficacité = $\frac{P. \text{ naturel} - PO}{TSP - PO} \times 100$

** Dayes-Apéyémé.